



LUGLIO 2024

GREEN FROGS VECCHIENNA S.R.L.

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO IN AREA IDONEA
COLLEGATO ALLA RTN**

DI POTENZA NOMINALE PARI A 34,00 MWp

DENOMINATO "VECCHIENNA" SITO NEL

COMUNE DI CASTELNUOVO VAL DI CECINA (PI)

Montana

ISTANZA DI VIA – art.23, Titolo III - D.Lgs. 152/2006
e s.m.i.

ELABORATO R15

CALCOLO PRODUCIBILITÀ

Progettista

Corrado Pluchino / Ord. Ing. Milano A27174

Coordinamento

Stefano Adami

Codice elaborato

3162_6245_VE_VIA_R15_R00_Calcolo Producibilità



Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
3162_6245_VE_VIA_R15_R00_Calcolo Producibilità	07/2024	Prima emissione	<i>G.d.L.</i>	<i>S.Adami</i>	<i>C.Pluchino</i>

Visto

Il Direttore Tecnico
Alberto Angeloni

Gruppo di lavoro per l'elaborato

Nome e cognome	Ruolo/Temi trattati	Ordine professionale
Corrado Pluchino	Responsabile Tecnico Operativo	Ord. Ing. Prov. Milano n. A27174
Stefano Adami	Ing. - Coordinamento G.d.L.	Ord. Ing. Prov. Milano A23812
Michele Dessì	Ingegnere Elettrico – Progettazione elettrica	Ord. Ing. Prov. Cagliari A9040
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico – Progettazione elettrica	
Fabio Loviselli	Ingegnere Elettrico – Progettazione elettrica	
Matthew Piscedda	Esperto in discipline elettriche	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90
Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156
Cap. Soc. 600.000,00 €
www.montanambiente.com



INDICE

1. PREMESSA	4
1.1 DATI GENERALI DEL PROGETTO	4
2. DATI CLIMATICI	6
3. RISULTATI	7

1. PREMESSA

Il progetto prevede la realizzazione di un **“Impianto agrivoltaico di potenza nominale pari a 34,00 MWp denominato Vecchienna”**. Il progetto prevede lo sviluppo, da parte della società Green Frogs Vecchienna S.r.l., di un impianto agrivoltaico, da realizzarsi in area idonea, ubicato nel Comune di Castelnuovo di Val di Cecina, in Provincia di Pisa (PI).

Il Progetto, nello specifico, ricade tra le tipologie di intervento da sottoporre alla Valutazione di Impatto Ambientale di competenza ministeriale, in quanto compreso tra le opere riportate nell’Allegato II alla Parte II, del D.Lgs. n. 152/2006 (cfr. 2) - *Impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW*.

Il progetto dell’impianto proposto è stato predisposto in accordo con le Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici, pubblicate nel 2022 dal Ministero della Transizione Ecologica (ora MASE).

Complessivamente, l’opera proposta prevede le seguenti principali caratteristiche, componenti e attività:

- Superficie totale di impianto: 46,5 ettari;
- Potenza installabile: 34 MWp;
- Numero complessivo di pannelli: 48.916 moduli fotovoltaici.

Per l’impianto agrivoltaico è prevista la connessione alla Rete elettrica di Trasmissione Nazionale (RTN) mediante la realizzazione di un cavidotto interrato della lunghezza di circa 2.0 km, che correrà perlopiù sulla viabilità esistente e si collegherà alla stazione elettrica (SE) di nuova realizzazione.

La soluzione tecnica minima generale (STMG) di connessione è stata elaborata ed emessa da Terna S.p.a. con codice pratica (CP) 202304161 e accettata dalla Società in data 25/10/23

L’STMG che l’impianto venga collegato in antenna a 132 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 132 kV da inserire in entra – esce alla direttrice RTN a 132 kV “Nuova Lagoni Rossi - Le Prata Al – Valle Secolo”, previa realizzazione degli interventi 345-P e 349-P del Piano di Sviluppo Terna.

La soluzione di connessione rappresentata nell’elaborato *3162_6245_VE_VIA_T17_R00_Opere di Connessione Inquadramento su CTR* del presente progetto è quella attualmente sottoposta a Terna in fase di prefattibilità per la quale è in corso un tavolo tecnico.

1.1 DATI GENERALI DEL PROGETTO

Nella tabella seguente sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell’impianto di progetto.

Tabella 1.1: Dati di progetto

ITEM	DESCRIZIONE
Richiedente	Green Frogs Vecchienna S.r.l.
Luogo di installazione:	Località Vecchienna, Comune di Castel nuovo Val di Cecina (PI)
Denominazione impianto:	Vecchienna
Potenza di picco (MW _p):	34,00 MWp
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell’impianto e di facile accesso. La morfologia è piuttosto regolare.



ITEM	DESCRIZIONE
Connessione:	La Soluzione Tecnica Minima Generale per Voi elaborata prevede che il Vs. impianto venga collegato in antenna a 132 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 132 kV da inserire in entra – esce alla direttrice RTN a 132 kV “Nuova Lagoni Rossi - Le Prata Al – Valle Secolo”, previa realizzazione degli interventi 345-P e 349-P del Piano di Sviluppo Terna.
Tipo strutture di sostegno:	Strutture metalliche in acciaio zincato fissate a terra su pali
Inclinazione piano dei moduli:	+33°
Azimut di installazione:	0°
Sezioni impianto:	n.4 denominate S1, S2, S3 ed S4
Power Station:	n. 8 distribuite all’interno del campo agrivoltaico, lungo la viabilità interna
Cabina di Connessione	n. 1 interno al campo S1 e posizionato lungo la recinzione
Rete di collegamento:	132 kV
Coordinate connessione (SSEU):	Latitudine 43°10'32.72"N
	Longitudine 10°48'47.56"E

2. DATI CLIMATICI

Il database internazionale Meteonorm 8.1 rende disponibili i dati meteorologici e l'attendibilità dei dati contenuti nel database è internazionalmente riconosciuta, possono quindi essere usati per l'elaborazione statistica per la stima di radiazione solare per il sito di progetto.

È stata fatta un'unica simulazione considerando l'unica sezione di impianto (S1) con strutture di tipo fisso.

Di seguito si riportano i bilanci e i risultati principali:

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
Gennaio	42.5	21.94	4.77	70.4	62.7	2084	2044	0.854
Febbraio	64.7	31.14	5.14	97.3	90.1	2973	2917	0.882
Marzo	121.6	55.69	8.58	154.5	145.2	4717	4632	0.882
Aprile	139.3	60.30	10.65	153.4	143.8	4610	4527	0.868
Maggio	221.6	72.02	16.68	223.5	210.1	6594	6478	0.853
Giugno	195.4	79.05	19.28	185.7	173.6	5447	5352	0.847
Luglio	207.7	74.93	20.93	202.4	189.9	5916	5813	0.845
Agosto	181.9	60.19	24.40	195.5	184.2	5658	5561	0.837
Settembre	116.8	52.43	19.18	139.2	130.8	4118	4045	0.855
Ottobre	110.0	40.14	14.26	159.7	150.3	4781	4698	0.865
Novembre	42.8	28.07	11.37	62.4	56.2	1844	1807	0.852
Dicembre	44.6	22.69	6.88	79.6	68.5	2264	2220	0.821
Anno	1489.1	598.60	13.56	1723.5	1605.6	51006	50093	0.855

Legenda

GlobHor Irraggiamento orizzontale globale

DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.

T_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Globale incidente piano coll.

GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre

EArray Energia effettiva in uscita campo

E_Grid Energia immessa in rete

PR Indice di rendimento

Figura 2.1: Dati Climatici con Irraggiamento per impianto con strutture fisse.



3. RISULTATI

Di seguito si riportano i risultati relativi alla produzione dell'impianto:

L'energia prodotta dall'area di progetto con strutture fisse risulta essere di circa **50093.11 MWh/anno** e la produzione specifica è pari a **1473 kWh/kWp/anno**. In base ai parametri impostati per le relative perdite d'impianto, i componenti scelti (moduli e inverter) e alle condizioni meteorologiche del sito in esame risulta un indice di rendimento (performance ratio PR) del **85,49 %**.

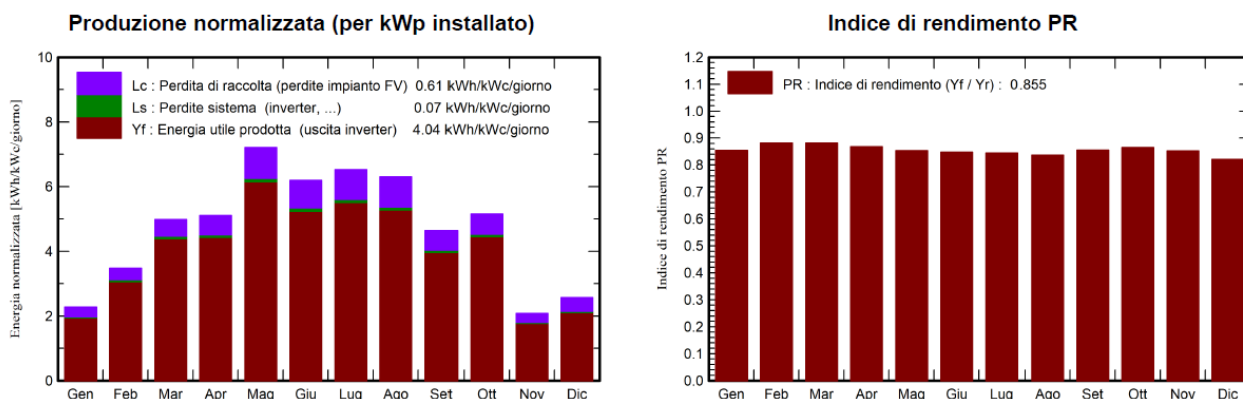


Figura 3.1: Dati di produzione dell'impianto

PVsyst - Rapporto di simulazione

Sistema connesso in rete

Progetto: VECCHIENNA

Variante: Nuova variante di simulazione
sheds al suolo

Potenza di sistema: 34.00 MWc

Vecchienna - Italia

Autore

Montana S.p.a. (Italy)



Progetto: VECCHIENNA

Variante: Nuova variante di simulazione

PVsyst V7.4.6

VCO, Simulato su
15/07/24 10:55
con V7.4.6

Montana S.p.a. (Italy)

Sommario del progetto

Luogo geografico Vecchienna Italia	Ubicazione Latitudine 43.17 °N Longitudine 10.81 °E Altitudine 196 m Fuso orario UTC+1	Parametri progetto Albedo 0.20
Dati meteo Vecchienna PVGIS api TMY		

Sommario del sistema

Sistema connesso in rete Orientamento campo FV Piano fisso Inclinazione/azimut 33 / 0 °	sheds al suolo Ombre vicine Ombre lineari : Veloce (tavola)	Bisogni dell'utente Carico illimitato (rete)
Informazione sistema Campo FV Nr. di moduli 48916 unità Pnom totale 34.00 MWc	Inverter Numero di unità 8 unità Pnom totale 32.00 MWac Rapporto Pnom 1.062	

Sommario dei risultati

Energia prodotta 50093.11 MWh/anno	Prod. Specif. 1473 kWh/kWp/anno	Indice rendimento PR 85.49 %
------------------------------------	---------------------------------	------------------------------

Indice dei contenuti

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Definizione ombre vicine - Diagramma iso-ombre	5
Risultati principali	6
Diagramma perdite	7
Grafici predefiniti	8



Progetto: VECCHIENNA

Variante: Nuova variante di simulazione

Montana S.p.a. (Italy)

PVsyst V7.4.6

VC0, Simulato su
15/07/24 10:55
con V7.4.6

Parametri principali

Sistema connesso in rete		sheds al suolo			
Orientamento campo FV		Configurazione sheds		Modelli utilizzati	
Orientamento		N. di shed		Trasposizione	
Piano fisso		1799 unità		Perez	
Inclinazione/azimut		Dimensioni		Diffuso	
33 / 0 °		Spaziatura sheds		Importato	
		10.00 m		Circumsolare	
		Larghezza collettori		separare	
		4.79 m			
		Fattore occupazione (GCR) 47.9 %			
		Angolo limite ombreggiamento			
		Angolo limite profilo			
		23.5 °			
Orizzonte		Ombre vicine		Bisogni dell'utente	
Orizzonte libero		Ombre lineari : Veloce (tavola)		Carico illimitato (rete)	

Caratteristiche campo FV

Modulo FV		Inverter	
Costruttore	Trina Solar	Costruttore	SMA
Modello	TSM-695NEG21C.20	Modello	Sunny Central 4000 UP
(Definizione customizzata dei parametri)		(PVsyst database originale)	
Potenza nom. unit.	695 Wp	Potenza nom. unit.	4000 kWac
Numero di moduli FV	48916 unità	Numero di inverter	8 unità
Nominale (STC)	34.00 MWc	Potenza totale	32000 kWac
Moduli	1747 stringa x 28 In serie	Voltaggio di funzionamento	880-1325 V
In cond. di funz. (50°C)		Rapporto Pnom (DC:AC)	1.06
Pmpp	31.58 MWc	Potenza totale inverter	
U mpp	1035 V	Potenza totale	32000 kWac
I mpp	30512 A	Numero di inverter	8 unità
Potenza PV totale		Rapporto Pnom	1.06
Nominale (STC)	33997 kWp		
Totale	48916 moduli		
Superficie modulo	151950 m ²		

Perdite campo

Perdite per sporco campo		Fatt. di perdita termica		Perdite DC nel cablaggio				
Fraz. perdite	3.0 %	Temperatura modulo secondo irraggiamento		Res. globale campo	0.55 mΩ			
		Uc (cost)	29.0 W/m ² K	Fraz. perdite	1.5 % a STC			
		Uv (vento)	0.0 W/m ² K/m/s					
Perdita diodo di serie		LID - Light Induced Degradation		Perdita di qualità moduli				
Perdita di Tensione	0.7 V	Fraz. perdite	2.0 %	Fraz. perdite	-0.8 %			
Fraz. perdite	0.1 % a STC							
Perdite per mismatch del modulo		Perdita disadattamento Stringhe						
Fraz. perdite	2.0 % a MPP	Fraz. perdite	0.2 %					
Fattore di perdita IAM								
Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Profilo definito utente								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.999	0.994	0.969	0.928	0.829	0.588	0.000



Progetto: VECCHIENNA

Variante: Nuova variante di simulazione

Montana S.p.a. (Italy)

PVsyst V7.4.6
VC0, Simulato su
15/07/24 10:55
con V7.4.6

Perdite sistema

Perdite ausiliarie

Ventilatori costanti 16.00 kW

16.0 kW dalla soglia di potenza



Parametri per ombre vicine

Prospettiva campo PV e area d'ombra circostante

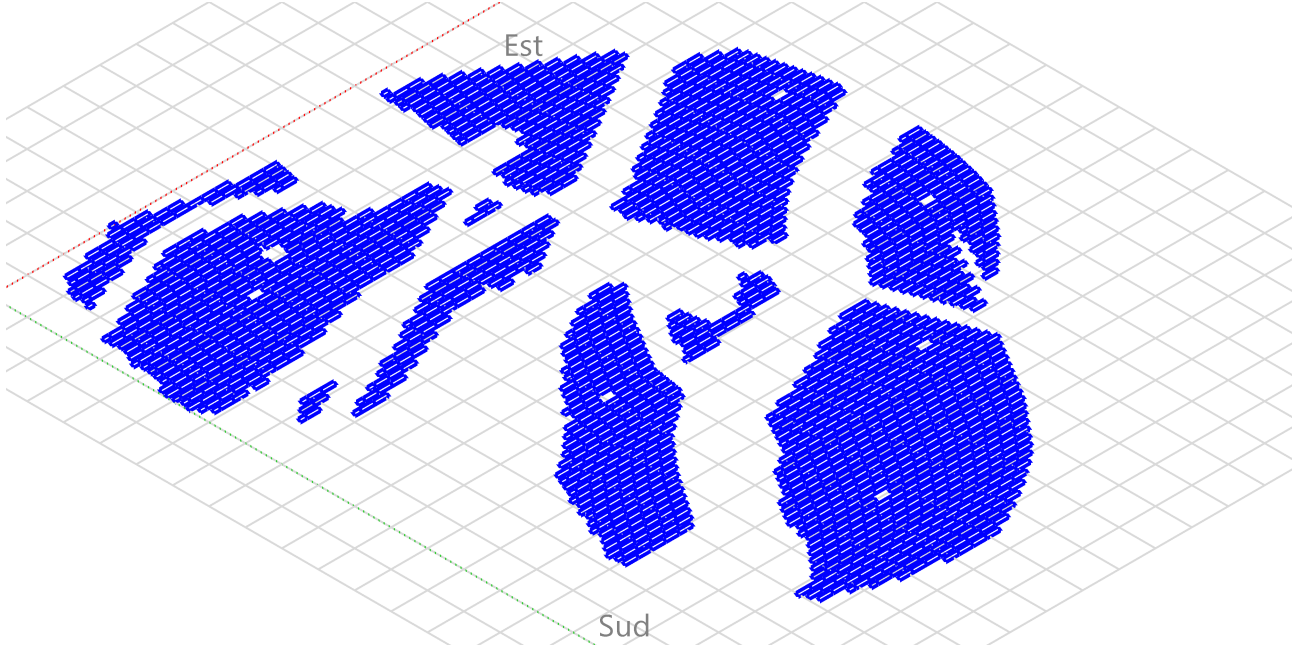
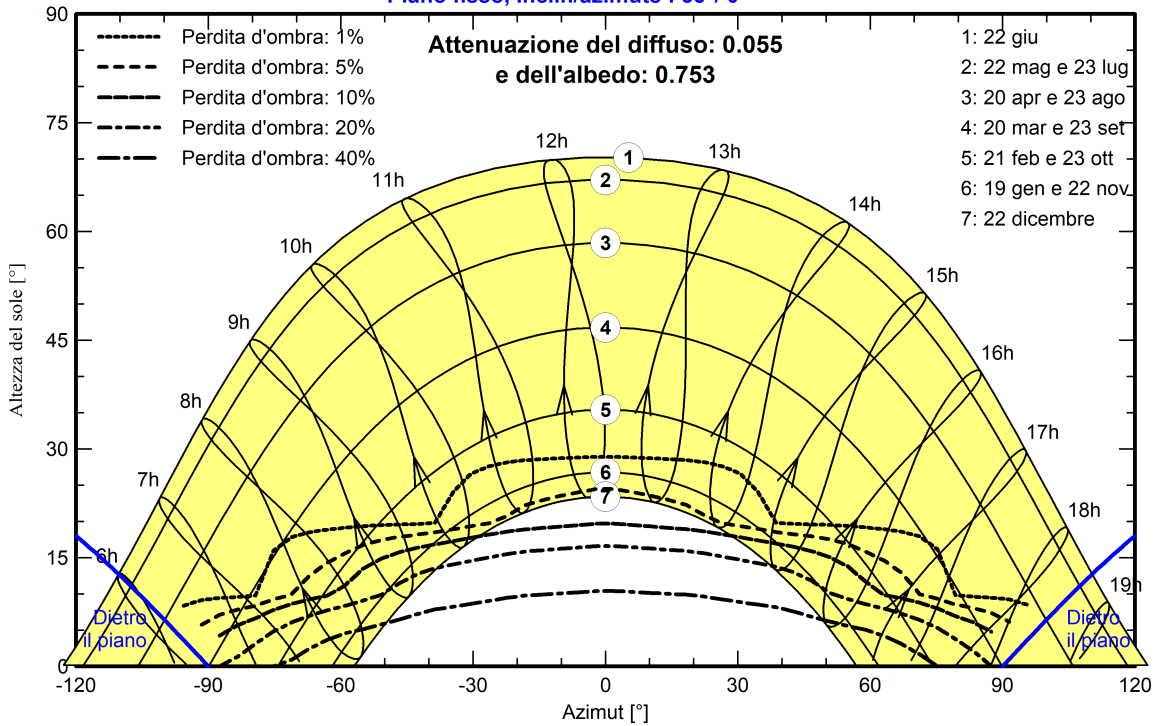


Diagramma iso-ombre

Orientamento #1

Piano fisso, Incl./azimuts : 33°/ 0°





Progetto: VECCHIENNA

Variante: Nuova variante di simulazione

PVsyst V7.4.6

VCO, Simulato su
15/07/24 10:55
con V7.4.6

Montana S.p.a. (Italy)

Risultati principali

Produzione sistema

Energia prodotta 50093.11 MWh/anno

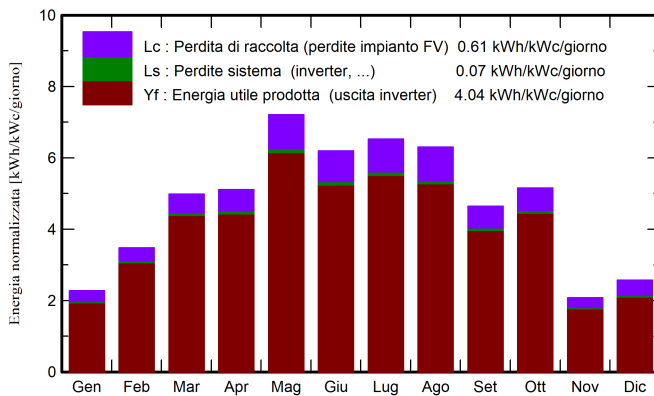
Prod. Specif.

1473 kWh/kWp/anno

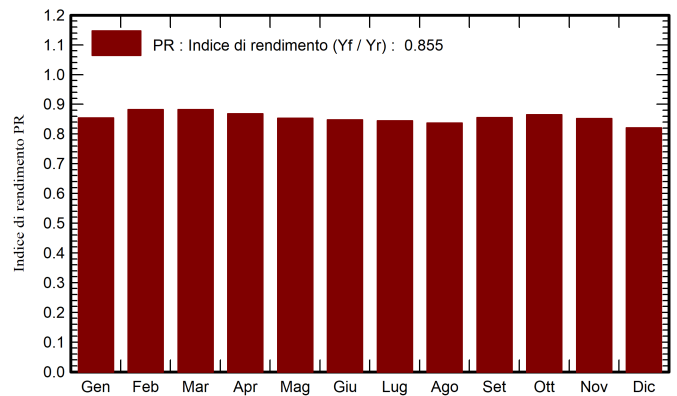
Indice rendimento PR

85.49 %

Produzione normalizzata (per kWp installato)



Indice di rendimento PR



Bilanci e risultati principali

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	ratio
Gennaio	42.5	21.94	4.77	70.4	62.7	2084	2044	0.854
Febbraio	64.7	31.14	5.14	97.3	90.1	2973	2917	0.882
Marzo	121.6	55.69	8.58	154.5	145.2	4717	4632	0.882
Aprile	139.3	60.30	10.65	153.4	143.8	4610	4527	0.868
Maggio	221.6	72.02	16.68	223.5	210.1	6594	6478	0.853
Giugno	195.4	79.05	19.28	185.7	173.6	5447	5352	0.847
Luglio	207.7	74.93	20.93	202.4	189.9	5916	5813	0.845
Agosto	181.9	60.19	24.40	195.5	184.2	5658	5561	0.837
Settembre	116.8	52.43	19.18	139.2	130.8	4118	4045	0.855
Ottobre	110.0	40.14	14.26	159.7	150.3	4781	4698	0.865
Novembre	42.8	28.07	11.37	62.4	56.2	1844	1807	0.852
Dicembre	44.6	22.69	6.88	79.6	68.5	2264	2220	0.821
Anno	1489.1	598.60	13.56	1723.5	1605.6	51006	50093	0.855

Legenda

GlobHor Irraggiamento orizzontale globale

DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.

T_Amb Temperatura ambiente

GlobInc Globale incidente piano coll.

GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre

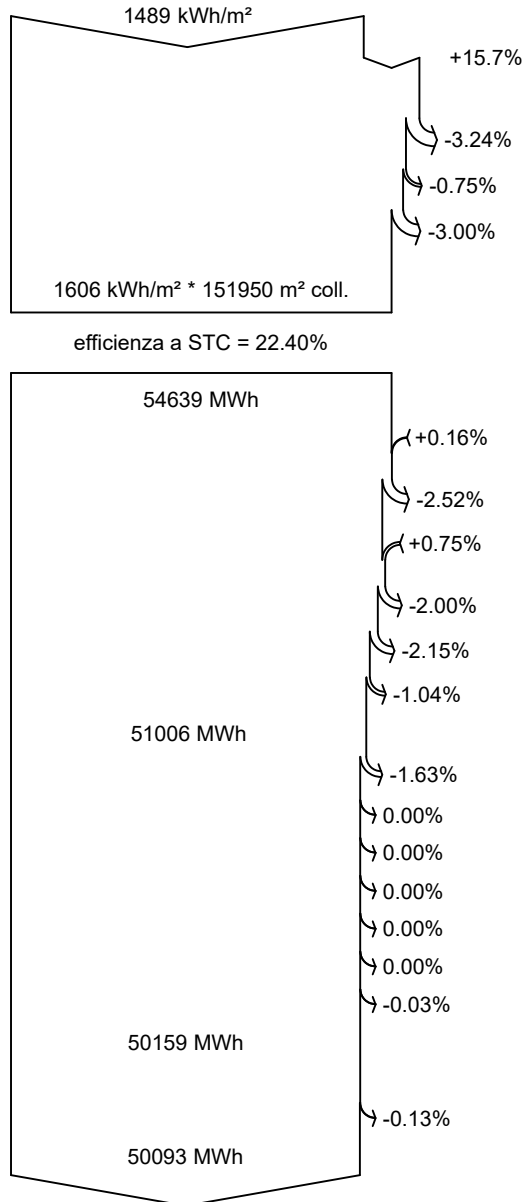
EArray Energia effettiva in uscita campo

E_Grid Energia immessa in rete

PR Indice di rendimento



Diagramma perdite



Irraggiamento orizzontale globale

Globale incidente piano coll.

Ombre vicine: perdita di irraggiamento

Fattore IAM su globale

Perdite per sporco campo

Irraggiamento effettivo su collettori

Conversione FV

Energia nominale campo (effic. a STC)

Perdita FV causa livello d'irraggiamento

Perdita FV causa temperatura

Perdita per qualità modulo

LID - "Light induced degradation"

Perdita disadattamento moduli e stringhe

Perdite ohmiche di cablaggio

Energia apparente impianto a MPPT

Perdita inverter in funzione (efficienza)

Perdita inverter per superamento Pmax

Perdita inverte a causa massima corrente in ingresso

Perdita inverter per superamento Vmax

Perdita inverter per non raggiungimento Pmin

Perdita inverter per non raggiungimento Vmin

Consumi notturni

Energia in uscita inverter

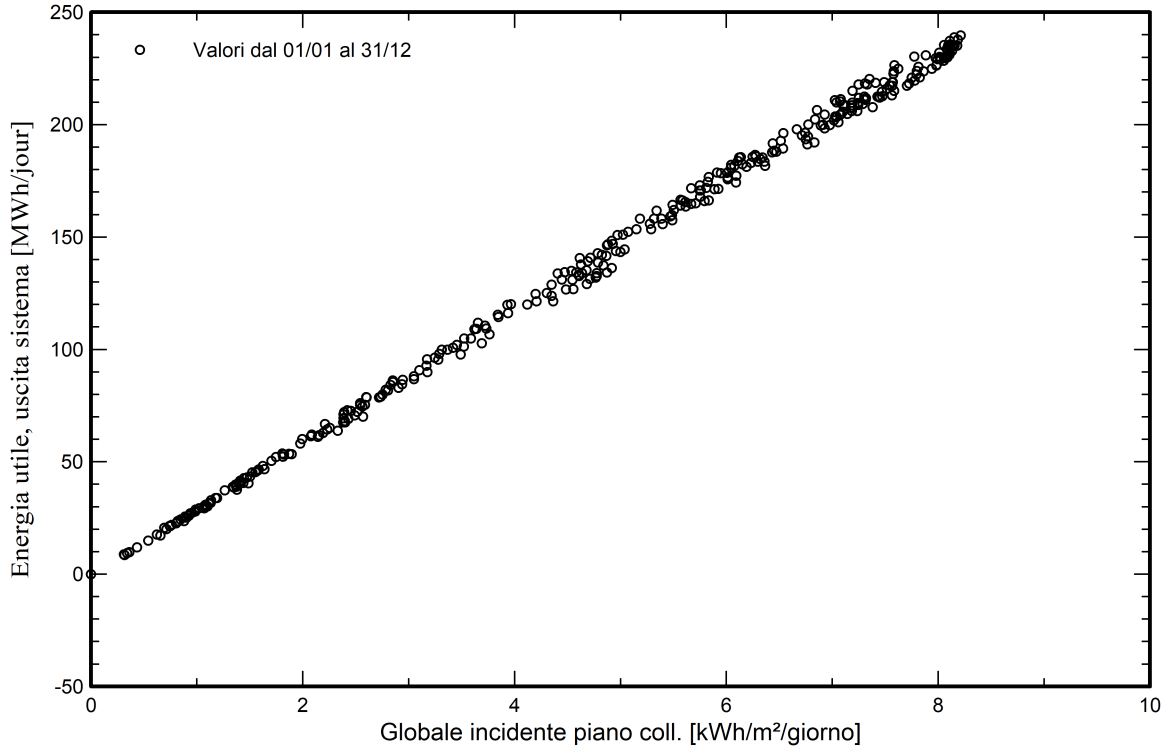
Ausiliari (ventilatori, altro...)

Energia immessa in rete



Grafici predefiniti

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

